

# Sistem Informasi Optimalisasi Perencanaan Permintaan Obat Dengan Metode Cluster Time Series Dan Neural Network Di Apotek K24 Pucang Surabaya

Oleh  
Dias Ardha Pradita  
1314 105 065

Pembimbing  
Dr. Kartika Fithriasari, M.Si  
19691212 199303 2 002



# Bab 1 Pendahuluan

## Latar Belakang

**Obat** merupakan semua zat baik kimiawi, hewani, maupun nabati yang dalam dosis layak dapat menyembuhkan, meringankan atau mencegah penyakit berikut gejalanya. Obat sendiri merupakan komponen terpenting dalam bidang kesehatan

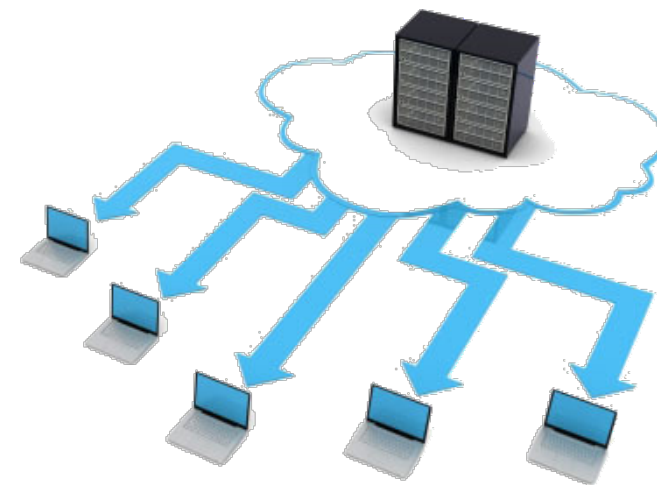
**Apotek** adalah tempat menjual dan pembuatan atau meramu obat

**Problem** yang sering terjadi adalah Apotek kekurangan stok obat





**Optimalisasi** perencanaan  
permintaan obat dengan  
menggunakan peramalan  
*neural network*



Latar  
Belakang

# Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah ingin melakukan optimalisasi pada perencanaan permintaan obat di Apotek K24. Namun pemodelan peramalan tidak mungkin dilakukan di tiap jenis obat, sehingga diperlukan *cluster time series* untuk mengelompokkan jenis obat tertentu berdasarkan pola data yang sama. Ukuran kesamaan yang digunakan pada *cluster* adalah *autocorrelation based distance*. Setelah *cluster* terbentuk, dilanjutkan dengan pemodelan peramalan dengan menggunakan ANN. Setelah itu dibuat sistem informasi dalam bentuk *graphical user interface* (GUI) agar pihak apotek dapat melakukan peramalan dengan mudah.



# Tujuan

Mengelompokkan obat di Apotek K24 Pucang agar terbagi menjadi beberapa kelompok sesuai kriterianya sehingga mudah untuk analisis selanjutnya.

Menentukan *input* berdasarkan plot ACF dan menentukan jumlah neuron ANN terbaik untuk masing-masing *cluster* berdasarkan nilai RMSE terkecil dengan harapan mendapatkan bobot paling optimum.

Meramalkan permintaan obat di Apotek K24 Pucang Surabaya untuk periode berikutnya menggunakan metode *neural network*.

Pembuatan sistem informasi agar di kemudian hari pihak Apotek K24 mampu meramalkan permintaan obat dengan mudah.



# Manfaat



- Bagi mahasiswa diharapkan mampu memahami analisis *cluster* dengan karakteristik *time series*, melakukan peramalan menggunakan *artificial neural network* dan selain itu mahasiswa juga diharapkan mampu memahami tentang bahasa pemrograman.
- Bagi pihak apotek diharapkan hasil peramalan dapat membantu untuk penyediaan stok obat. Selain itu diharapkan dengan adanya sistem informasi, pihak apotek K24 jadi lebih mudah untuk melakukan peramalan di kemudian hari.



# Batasan Masalah

Data yang digunakan merupakan data permintaan obat di Apotek K24 Pucang Surabaya pada bulan Maret 2015 hingga April 2016. Data tersebut berupa data mingguan.

Banyaknya *cluster* ditentukan berdasarkan hasil visualisasi pada dendrogram yang sebelumnya telah dilakukan reduksi data dengan menghilangkan jenis obat yang mempunyai nilai nol.



Jumlah *training* peramalan *neural network* dibatasi hanya 10 kali dengan membandingkan ramalan menggunakan 1 hingga 5 neuron.

GUI dibatasi hanya dapat meramalkan 1 jenis obat pada tiap kali *running*. Metode yang digunakan untuk meramalkan adalah *neural network* dengan menggunakan batas 5 neuron serta batas maksimal *input* sebanyak 3 dan *training* sebanyak 10 kali.

## Bab 2 Tinjauan Pustaka

# Penelitian Sebelumnya

Pada penelitian ini, peneliti memilih penelitian terdahulu yang digunakan sebagai referensi dalam penulisan proposal ini, yaitu tugas akhir yang ditulis oleh Alfian dengan judul '*Data Mining Peramalan Konsumsi Listrik Dengan Pendekatan Cluster Times Series Sebagai Pre Processing*'. Di dalam skripsinya tersebut dijelaskan masalah yang akan dibahas yaitu ingin mengetahui tingkat konsumsi listrik di setiap *client* kedepan. Namun pemodelan peramalan tidak memungkinkan dilakukan satu per satu terhadap masing-masing *client* karena jumlah *client* yang banyak yaitu 348. Sehingga perlu dilakukan *preprocessing* data dengan cara *cluster*. Ukuran kesamaan yang digunakan pada *cluster* adalah *autocorrelation based distance*. Selanjutnya masing-masing *cluster* dengan menggunakan ARIMA dan ANN. Metode *cluster* terdapat kemungkinan pola non linier. Sehingga ANN diharapkan bisa mengatasi peramalan untuk pola non linier. Sedangkan ARIMA lebih di fokuskan untuk kasus linier. Setelah itu dilakukan evaluasi model peramalan terbaik berdasarkan MAPE paling kecil. Kemudian diukur ketepatan klasifikasi model berdasarkan ARIMA dan ANN terbaik (Alfian, 2016).



# Cluster Time Series

*Clustering* adalah proses pengelompokan objek berdasarkan informasi dari data dengan tujuan untuk memaksimalkan kesamaan antar anggota dan meminimkan kesamaan antar *cluster* (Jiawei, 2006)

*Time series clustering* berguna untuk memartisi data *time series* menjadi kelompok-kelompok berdasarkan kesamaan atau jarak ([www.rdatamining.com](http://www.rdatamining.com))

Hal yang penting dalam analisis *cluster* adalah ukuran kesamaan. Khusus pada kasus *time series* ukuran ketidaksamaan yang dapat digunakan salah satunya adalah *Autocorrelation-based Distances*.

$$d_{ACF}(X_T, Y_T) = \sqrt{(\hat{\rho}_{X_T} - \hat{\rho}_{Y_T})' \Omega^{-1} (\hat{\rho}_{X_T} - \hat{\rho}_{Y_T})}$$

$d_{ACF}(X_T, Y_T)$  = jarak *autocorrelation* vektor  $X_T$  dan  $Y_T$

$\hat{\rho}_{X_T}$  = estimasi vektor *autocorrelation*  $X_T$

$\hat{\rho}_{Y_T}$  = estimasi vektor *autocorrelation*  $Y_T$

$\Omega$  = matriks bobot

Bila matriks bobot yang digunakan adalah matriks identitas

$$d_{ACFU}(X_T, Y_T) = \sqrt{(\hat{\rho}_{X_T} - \hat{\rho}_{Y_T})' (\hat{\rho}_{X_T} - \hat{\rho}_{Y_T})}$$

# Autocorrelation Function

Pada proses stasioneritas nilai  $E(Y_t) = \mu$  dan  $Var(Y_t) = \sigma^2$  adalah konstan. Kemudian fungsi kovarians  $cov(Y_t, Y_s)$  merupakan fungsi perbedaan waktu antara  $|t - s|$ . Sehingga kovarians antara  $Y_t$  dan  $Y_{t+k}$  dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\gamma_k = cov(Y_t, Y_{t+k}) = E(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)$$

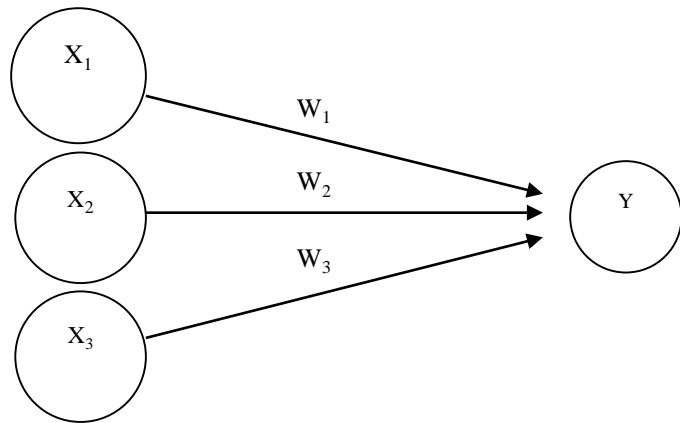
Dan korelasi antara  $Y_t$  dan  $Y_{t+k}$  adalah

$$\rho_k = \frac{cov(Y_t, Y_{t+k})}{\sqrt{Var(Y_t)} \sqrt{Var(Y_{t+k})}}$$

dimana  $Var(Y_t) = Var(Y_{t+k})$  dan perkalian dari akar persamaan tersebut merupakan fungsi autokovarians dan  $\rho_k$  adalah *Autocorrelation Function* (ACF) pada analisis *time series* sebab kedua hal itu merepresentasikan kovarians dan korelasi antara  $Y_t$  dan  $Y_{t+k}$  dari proses yang sama, hanya dipisahkan oleh  $k$  time lags

# Artificial Neural Network

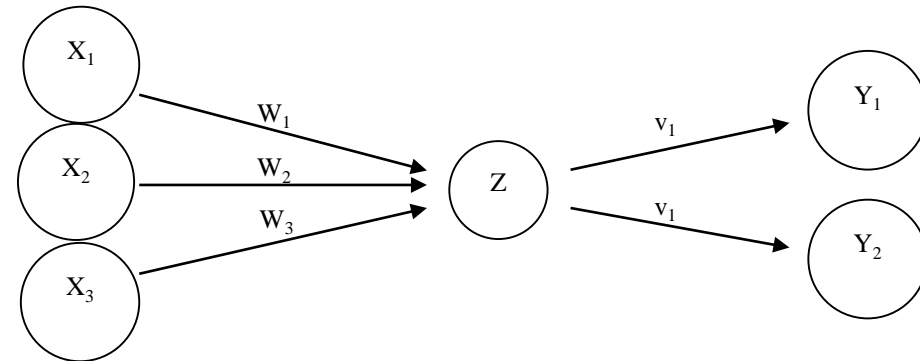
*Artificial neural network* adalah pengolahan sistem informasi yang memiliki karakteristik kinerja tertentu yang sama dengan *biological neural network*



$$Z_{in} = W_1X_1 + W_2X_2 + W_3X_3$$

Fungsi aktivasi

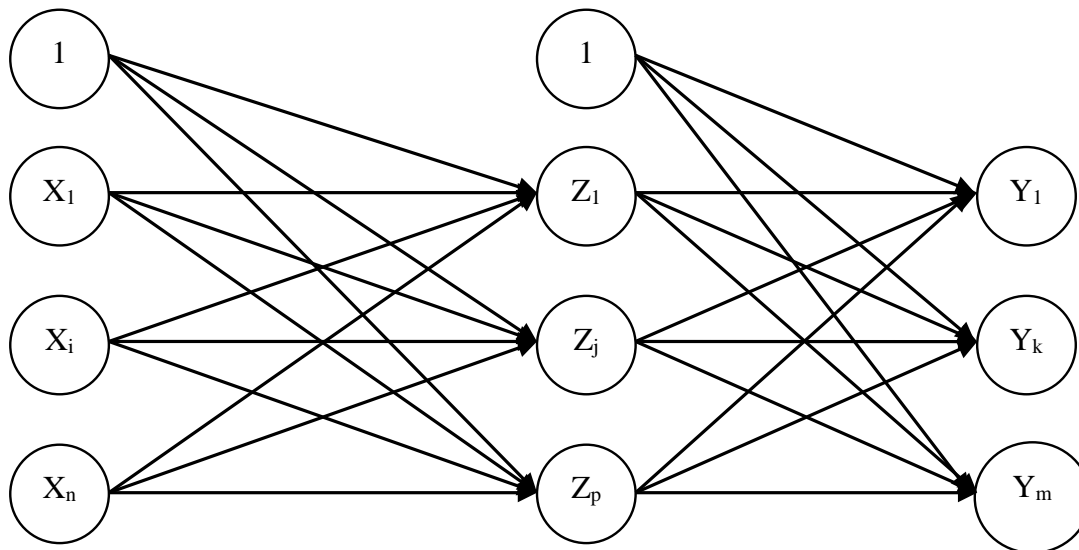
$$f(z_{in}) = \frac{2}{(1 + e^{-2*z_{in}}) - 1}$$



Meskipun *neural network* pada gambar diatas adalah sangat sederhana, kehadiran unit tersembunyi, bersama-sama dengan fungsi aktivasi nonlinear memberikan kemampuan untuk memecahkan lebih banyak masalah daripada yang bisa diselesaikan dengan jaring dengan hanya unit *input* dan *output*. Di sisi lain, lebih sulit untuk melatih (yaitu, menemukan nilai-nilai optimal untuk bobot) jaringan dengan unit tersembunyi (**Fausett, 1994**)

# Backpropagation

Pelatihan jaringan dengan *backpropagation* melibatkan tiga tahap yaitu *feedforward* dari pola pelatihan input, *backpropagation* dari kesalahan terkait, dan penyesuaian bobot.



Merupakan salah satu algoritma yang paling sering digunakan dalam menyelesaikan masalah yang rumit

**(Fausett, 1994).**

# Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik dapat dilakukan berdasarkan beberapa kriteria, salah satu kriteria yang dijadikan sebagai pemilihan model terbaik adalah nilai *Root Mean Square Error* (RMSE). Berikut rumus umum dari RMSE.

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n}}$$

$Y_t$  = nilai sebenarnya pada waktu ke-t

$\hat{Y}_t$  = nilai dugaan pada waktu ke-t

$n$  = jumlah observasi dari data time series **(Wei, 2006).**

## Bab 3 Metodologi Penelitian

# Sumber Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Apotek K24 Pucang Surabaya.

Data tersebut berupa jumlah permintaan obat dengan jenis obat sebanyak 7888 jenis dan setelah di reduksi berkurang menjadi 130 data jenis obat dengan periode mingguan dari bulan Maret 2015 hingga April 2016.

Variabel yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu jumlah permintaan obat di Apotek K24 Pucang Surabaya.

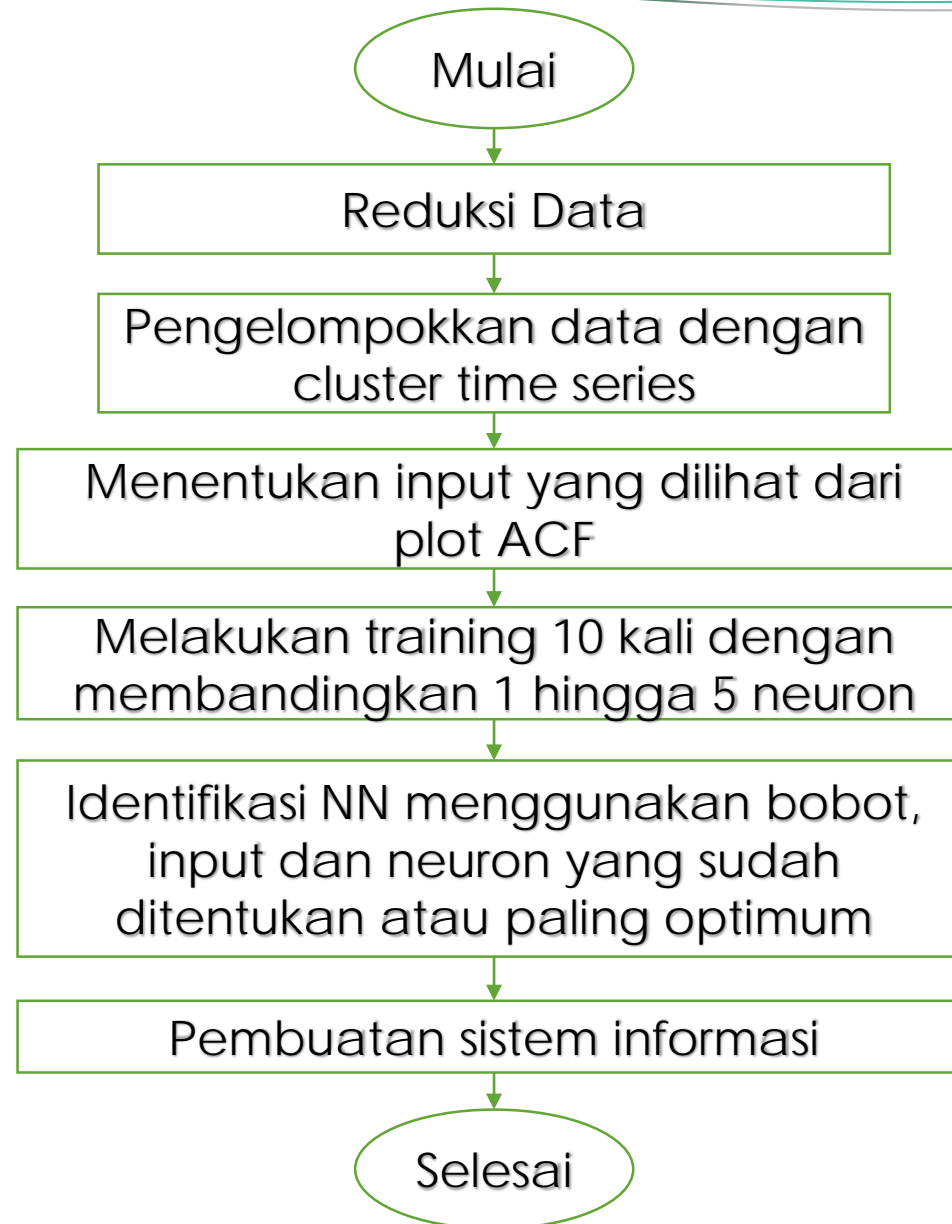


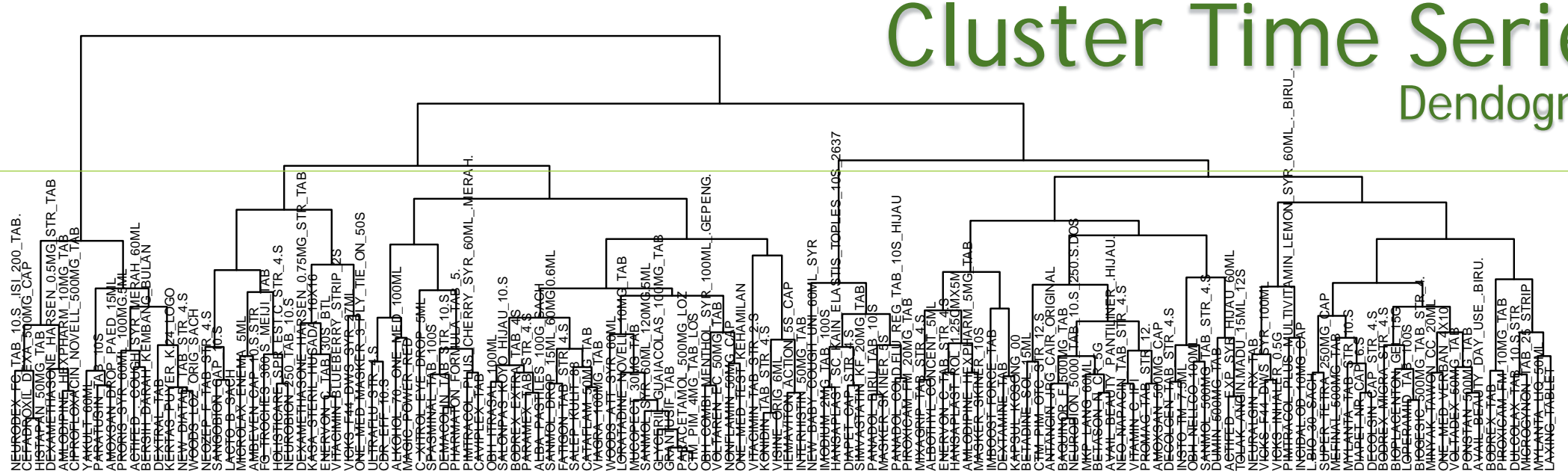


# Langkah Analisis

1. Melakukan reduksi data agar data yang mempunyai nilai nol dihapus atau dihilangkan.
2. Melakukan analisis *cluster time series* dengan tahapan menentukan jumlah *cluster* yang terbentuk dari visualisasi dendogram. Selanjutnya menghitung jarak menggunakan *autocorrelation based distance*. Dan yang terakhir menentukan anggota untuk masing-masing *cluster* dengan metode algoritma *complete*.
3. Mengambil salah satu data dari tiap *cluster* untuk dilakukan analisis menggunakan plot ACF. Dilihat lag yang keluar untuk menentukan jumlah *input* dari tiap *cluster*.
4. Melakukan *training* pada tiap satu anggota *cluster* terpilih sebanyak 10 kali dengan membandingkan menggunakan 1 sampai 5 neuron hingga terpilihnya bobot dan jumlah neuron terbaik yang dilihat dari hasil RMSE terkecil.
5. Melakukan peramalan pada tiap anggota *cluster* terpilih menggunakan bobot, *input* dan neuron yang sudah di tentukan.
6. Pembuatan sistem informasi agar pihak Apotek K24 mampu meramalkan dengan mudah.
7. Memperoleh kesimpulan dan saran.

# Diagram Alir





# Cluster Time Series Dendrogram

## Bab 4 Analisis dan Pembahasan

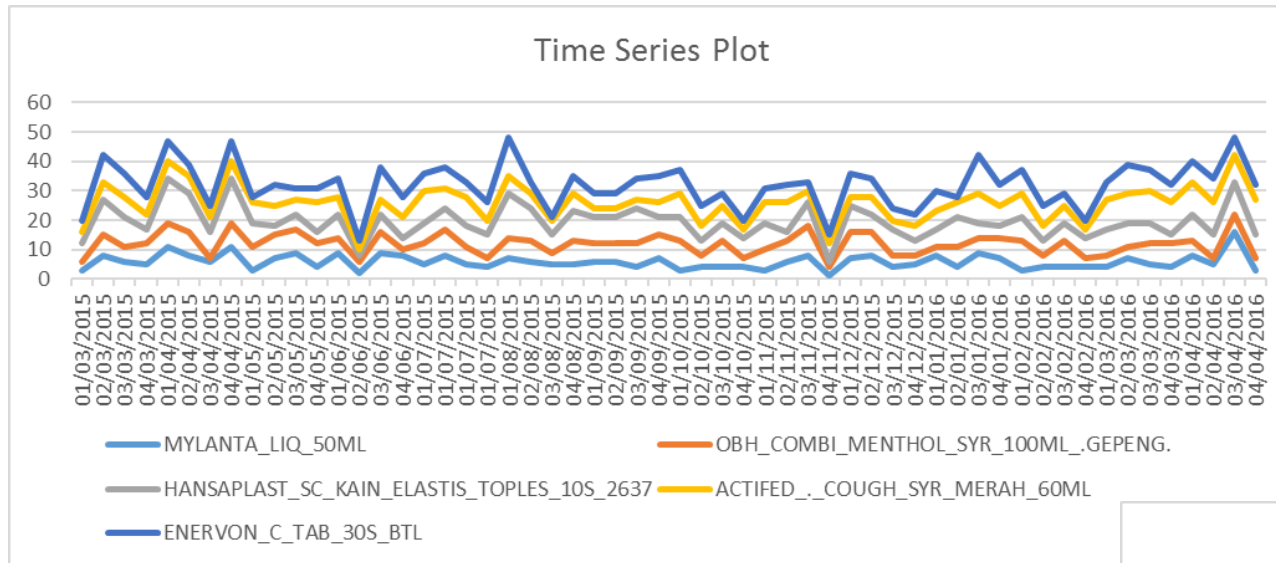
Cluster	Anggota	Mean
1	54	3150
2	37	2766
3	9	3576
4	16	8061
5	14	3714

# Cluster Time Series

## Deskriptif

*cluster* 1 merupakan *cluster* dengan jumlah anggota paling banyak yaitu 54 jenis obat sedangkan *cluster* 3 merupakan *cluster* dengan jumlah anggota paling sedikit dengan anggota sebanyak 9 jenis obat.

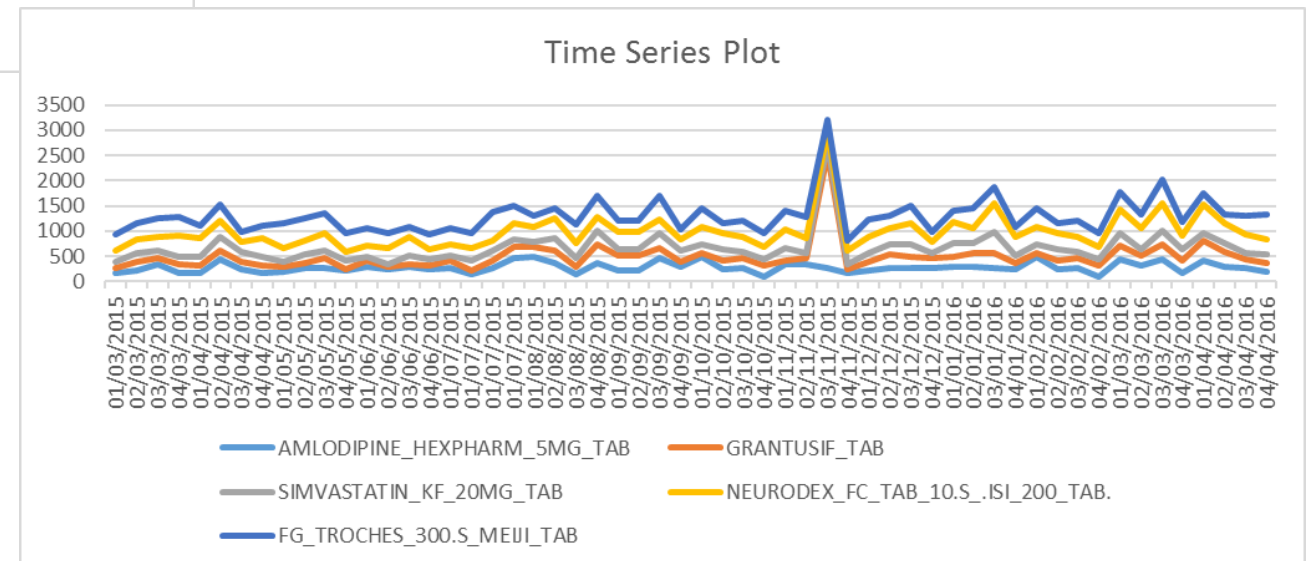
rata-rata penjualan obat paling banyak yaitu terdapat pada *cluster* 4 dengan total jumlah penjualan sebanyak 8061 obat dan *cluster* 2 merupakan *cluster* dengan total penjualan paling sedikit yaitu dengan jumlah obat yang terjual sebanyak 2766 obat

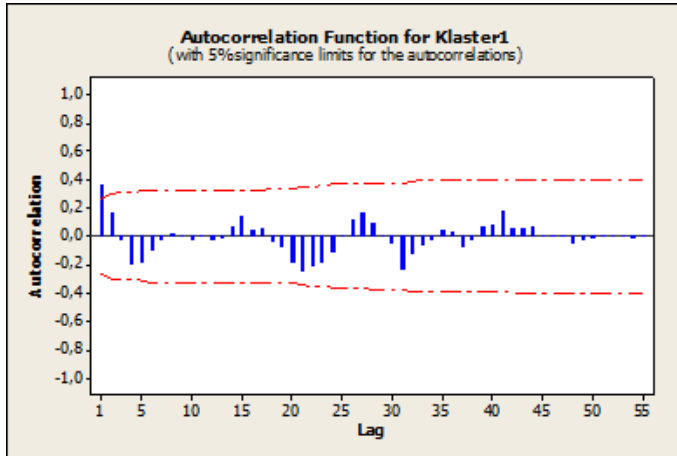


## Time Series Plot

untuk mengetahui karakteristik pola data yang dihasilkan dari tiap *cluster*. Analisis ini dilakukan dua kali menggunakan data yang berbeda. Data yang diambil merupakan salah satu data yang mewakili tiap *cluster*.

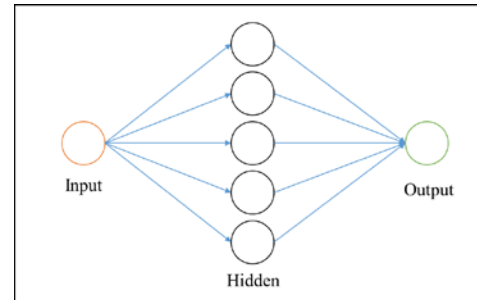
hasil dari *time series plot* menunjukkan jika dari tiap-tiap *cluster* mempunyai jarak plot yang signifikan. Sehingga dapat dijelaskan jika masing-masing *cluster* mempunyai karakteristik plot data tersendiri





Lag yang keluar adalah 1 sehingga jumlah *input* yang digunakan adalah sebanyak 1

Neuron	RMSE
1	12,1883
2	12,2503
3	12,1680
4	11,9732
5	11,9238



bobot optimum  
didapatkan dari nilai RMSE  
terkecil yaitu 11,9238  
pada *training* ke-8  
menggunakan 5 neuron

$$\hat{Y}_t = 0,5867 + 0,951 f(g_1) - 0,0942 f(g_2) - 0,1655 f(g_3) + 0,0575 f(g_4) + 0,157 f(g_5)$$

Dimana  $f(g_i)$  merupakan fungsi aktivasi bipolar pada *hidden* yang didefinisikan sebagai berikut.

$$f(g_i) = \frac{2}{(1 + e^{-2 * g_i}) - 1}$$

Dengan  $g_i$  yang didapatkan dari perhitungan berikut.

$$g_1 = -7,8408 + 6,1552_{t-1}$$

$$g_2 = -3,3184 + 7,7761_{t-1}$$

$$g_3 = 0,8311 - 6,3241_{t-1}$$

$$g_4 = 1,7176 + 8,1045_{t-1}$$

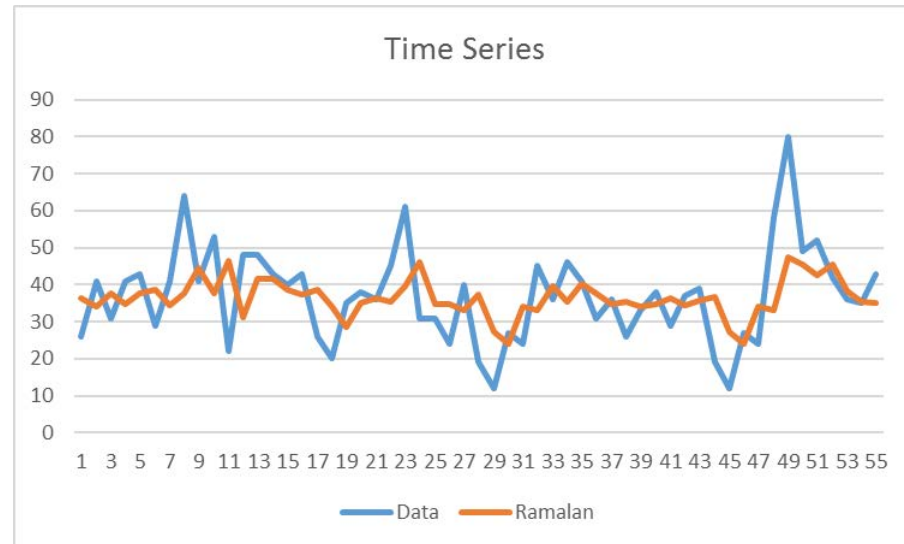
$$g_5 = 6,4438 + 8,5712_{t-1}$$

# Identifikasi Neural Network Cluster Pertama



# Lanjutan Identifikasi Neural Network

## Cluster Pertama



### Ramalan

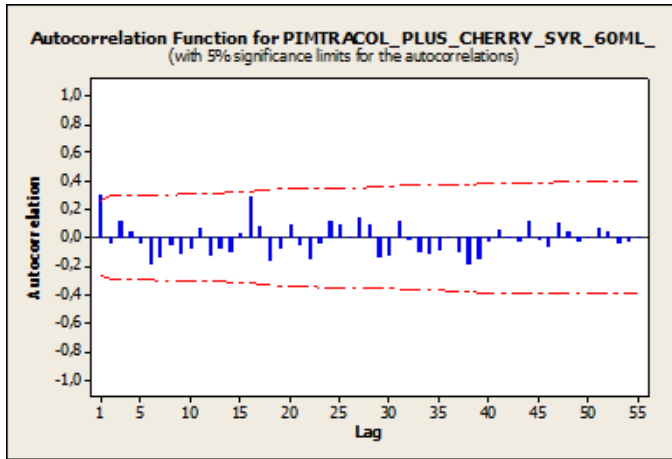
42

37

36

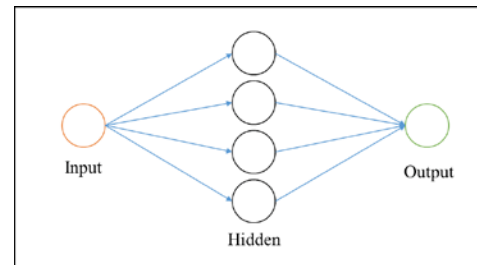
35

hasil ramalan permintaan obat Decolgen pada bulan Mei 2016 di minggu pertama adalah sebanyak 42 obat, minggu kedua sebanyak 37 obat, minggu ketiga 36 obat dan minggu keempat sebanyak 35 obat



Lag yang keluar adalah 1 sehingga jumlah *input* yang digunakan adalah sebanyak 1

Neuron	RMSE
1	2,2890
2	2,2873
3	2,3026
4	2,2378
5	2,2853



bobot optimum  
didapatkan dari nilai  
RMSE terkecil yaitu 2,2378  
pada *training* ke-2  
menggunakan 4 neuron

$$\hat{Y}_t = -0,9604 + 0,6053 f(g_1) - 1,5303 f(g_2) - 1,162 f(g_3) + 1,0089 f(g_4)$$

Dimana  $f(g_i)$  merupakan fungsi aktivasi bipolar pada *hidden* yang didefinisikan sebagai berikut.

$$f(g_i) = \frac{2}{(1 + e^{-2 * g_i}) - 1}$$

Dengan  $g_i$  yang didapatkan dari perhitungan berikut.

$$g_1 = -2,285 + 6,947_{t-1}$$

$$g_2 = 0,2494 + 3,2559_{t-1}$$

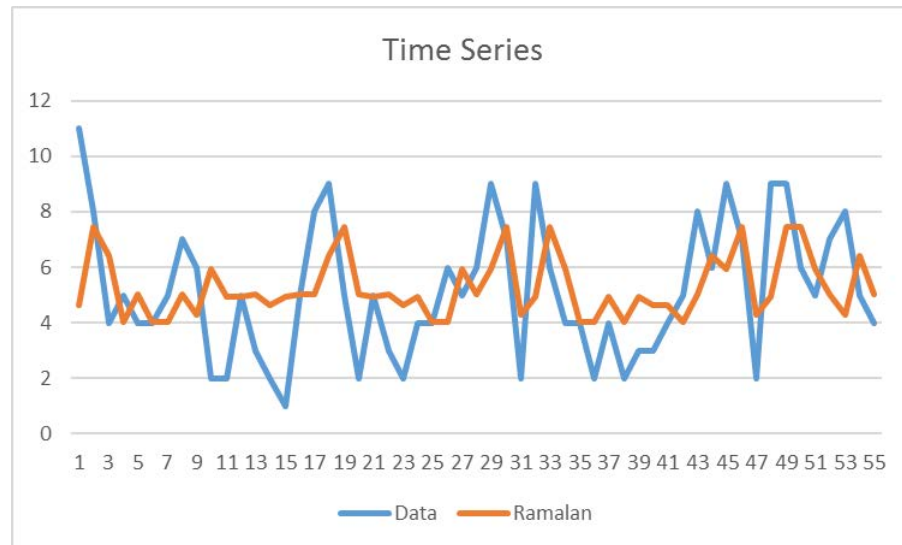
$$g_3 = -1,0466 - 6,1985_{t-1}$$

$$g_4 = 7,8021 + 4,5092_{t-1}$$

## Identifikasi Neural Network Cluster Kedua

# Lanjutan Identifikasi Neural Network

## Cluster Kedua



### Ramalan

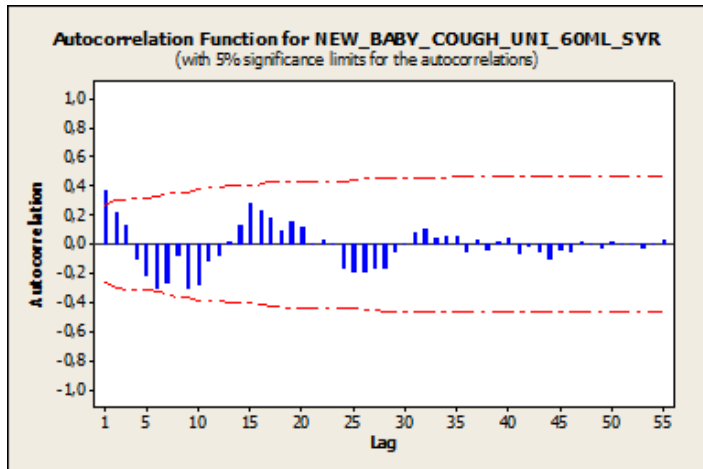
4

4

4

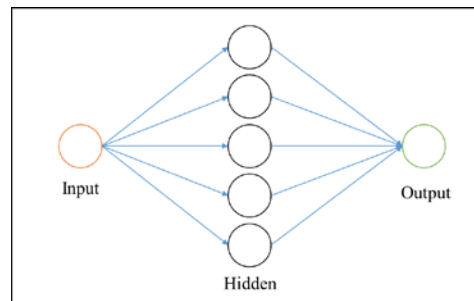
4

hasil ramalan permintaan obat Pimtracol pada bulan Mei 2016 dari minggu pertama hingga minggu keempat adalah sebanyak masing-masing 4 obat



Lag yang keluar adalah 1 sehingga jumlah *input* yang digunakan adalah sebanyak 1

Neuron	RMSE
1	3,3090
2	3,1981
3	3,2240
4	3,2412
5	3,1436



bobot optimum  
didapatkan dari nilai RMSE  
terkecil yaitu 3,1436  
pada *training* ke-5  
menggunakan 5 neuron

$$\hat{Y}_t = -0,8433 - 1,1511 f(g_1) - 0,9359 f(g_2) + 0,1167 f(g_3) - 0,9745 f(g_4) + 0,0905 f(g_5)$$

Dimana  $f(g_i)$  merupakan fungsi aktivasi bipolar pada *hidden* yang didefinisikan sebagai berikut.

$$f(g_i) = \frac{2}{(1 + e^{-2 * g_i}) - 1}$$

Dengan  $g_i$  yang didapatkan dari perhitungan berikut.

$$g_1 = 7,7846 - 12,4117_{t-1}$$

$$g_2 = -3,6787 + 5,7482_{t-1}$$

$$g_3 = 2,5029 + 6,0731_{t-1}$$

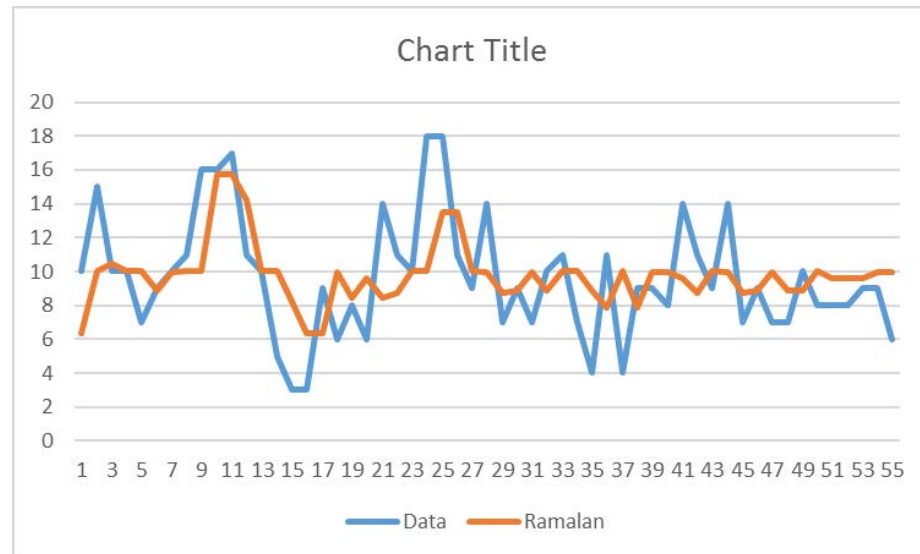
$$g_4 = -6,8464 - 5,9247_{t-1}$$

$$g_5 = -8,7666 - 5,3953_{t-1}$$

## Identifikasi Neural Network Cluster Ketiga

# Lanjutan Identifikasi Neural Network

## Cluster Ketiga



### Ramalan

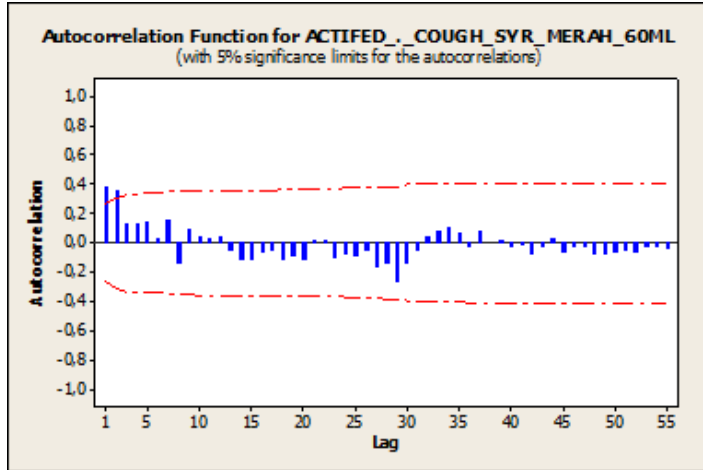
8

9

9

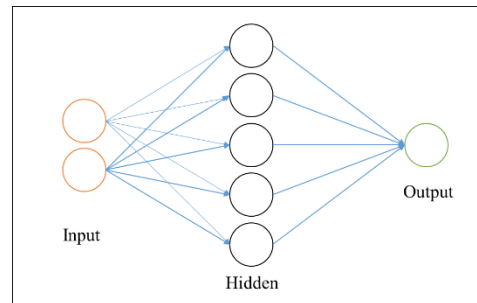
9

hasil ramalan permintaan obat New Baby Cough pada bulan Mei 2016 di minggu pertama adalah sebanyak 8 obat, sedangkan minggu kedua hingga minggu keempat adalah sebanyak masing-masing 9 obat



Lag yang keluar adalah 2 sehingga jumlah *input* yang digunakan adalah sebanyak 2

Neuron	RMSE
1	2,0688
2	2,0828
3	1,9643
4	1,9356
5	1,8873



bobot optimum  
didapatkan dari nilai RMSE  
terkecil yaitu 1,8873  
pada *training* ke-6  
menggunakan 5 neuron

$$\hat{Y}_t = 0,259 - 3,5444 f(g_1) - 3,4165 f(g_2) - 0,5843 f(g_3) - 0,1126 f(g_4) + 0,121 f(g_5)$$

Dimana  $f(g_i)$  merupakan fungsi aktivasi bipolar pada *hidden* yang didefinisikan sebagai berikut.

$$f(g_i) = \frac{2}{(1 + e^{-2 * g_i}) - 1}$$

Dengan  $g_i$  yang didapatkan dari perhitungan berikut.

$$g_1 = -4,8208 - 8,0302_{t-1} - 13,8739_{t-2}$$

$$g_2 = 3,5229 + 5,8601_{t-1} + 10,3252_{t-2}$$

$$g_3 = 4,0616 - 2,3223_{t-1} - 4,6317_{t-2}$$

$$g_4 = -0,8657 + 2,9774_{t-1} + 3,4678_{t-2}$$

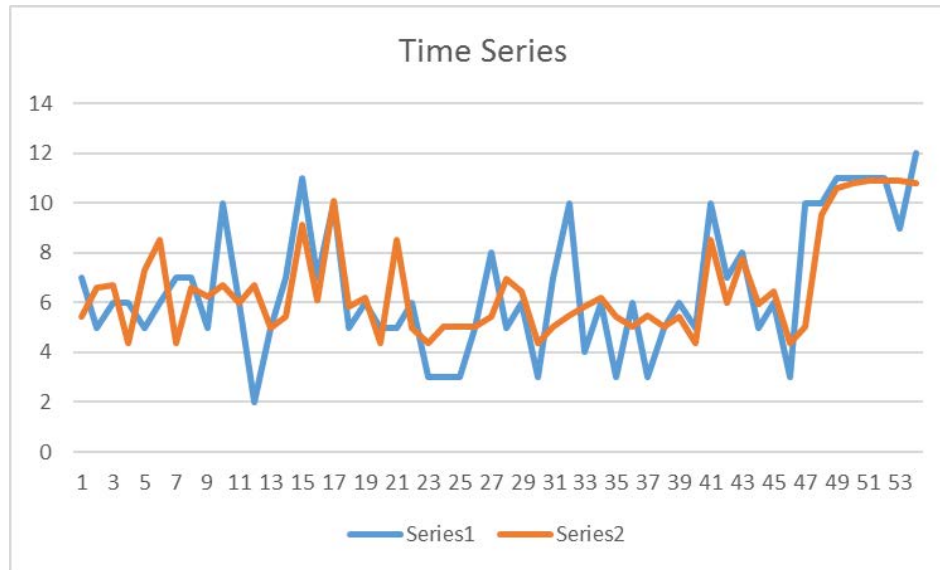
$$g_5 = 3,0919 + 2,8755_{t-1} + 0,938_{t-2}$$

# Identifikasi Neural Network Cluster Keempat



# Lanjutan Identifikasi Neural Network

## Cluster Keempat



### Ramalan

9

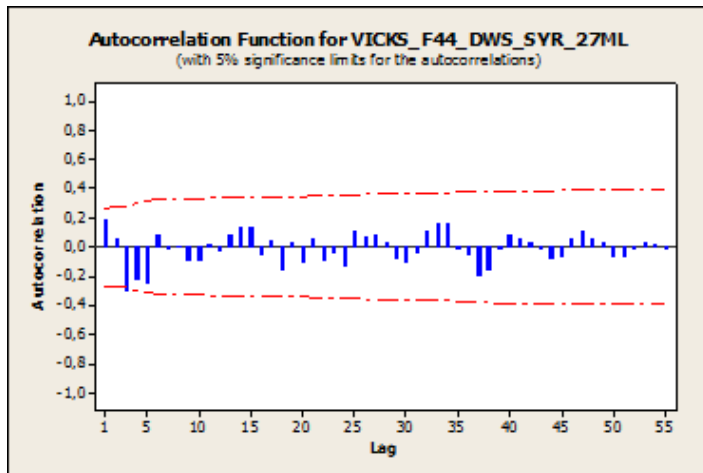
9

9

9

hasil ramalan permintaan obat Actifed pada bulan Mei 2016 dari minggu pertama hingga minggu keempat adalah sebanyak masing-masing 9 obat

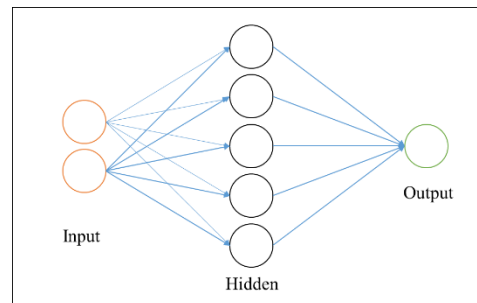
# Identifikasi Neural Network Cluster Kelima



Lag yang keluar adalah lag 3 sehingga penentuan input kali ini dilakukan percobaan dua kali yaitu menggunakan 1 input dan 2 input

1 input	1,8524	1,6718	1,6666	1,6559	1,7094
	1,6535	1,6583	1,6602	1,6849	2,2722
2 input	1,5762	1,5783	1,6663	1,5900	1,9129
	1,5910	1,7641	1,5924	1,6089	1,6970

Neuron	RMSE
1	1,5762
2	1,5713
3	1,5489
4	1,5623
5	1,5187



bobot optimum didapatkan dari nilai RMSE terkecil yaitu 1,5187 pada *training* ke-6 menggunakan 5 neuron

$$\hat{Y}_t = -0,4235 + 1,5838 f(g_1) - 1,1653 f(g_2) - 0,0802 f(g_3) + 0,1402 f(g_4) + 0,2728 f(g_5)$$

Dimana  $f(g_i)$  merupakan fungsi aktivasi bipolar pada *hidden* yang didefinisikan sebagai berikut.

$$f(g_i) = \frac{2}{(1 + e^{-2 * g_i}) - 1}$$

Dengan  $g_i$  yang didapatkan dari perhitungan berikut.

$$g_1 = 3,095 - 2,0856 t_{-1} + 2,1453 t_{-2}$$

$$g_2 = 3,5518 - 1,795 t_{-1} + 4,1806 t_{-2}$$

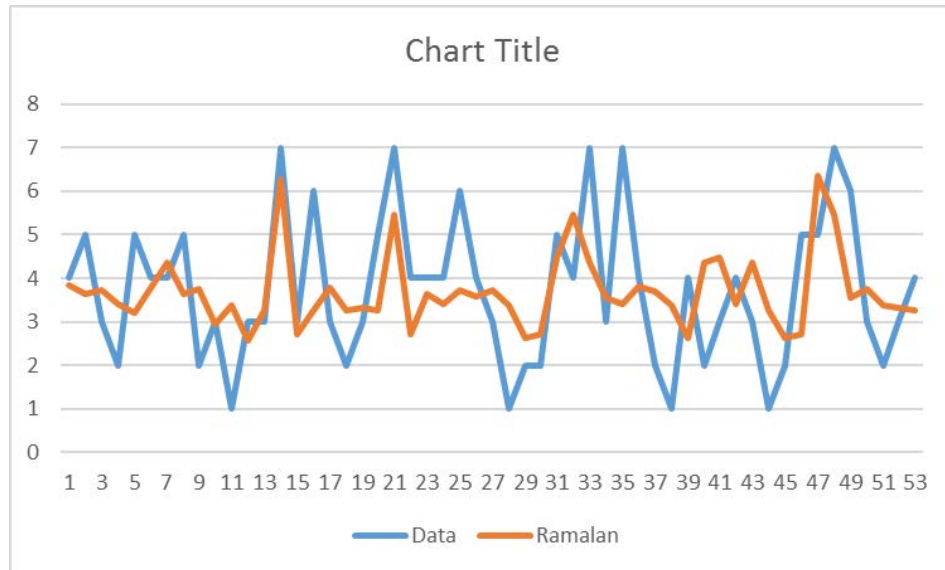
$$g_3 = -0,8626 - 3,3902 t_{-1} + 1,882 t_{-2}$$

$$g_4 = 1,758 + 2,6797 t_{-1} + 2,4685 t_{-2}$$

$$g_5 = -4,9109 - 1,1819 t_{-1} + 2,0515 t_{-2}$$

# Lanjutan Identifikasi Neural Network

## Cluster Kelima



### Ramalan

3

4

3

4

hasil ramalan permintaan obat Vicks F44 pada bulan Mei 2016 di minggu pertama adalah 3 obat, minggu kedua 4 obat, minggu ketiga 3 obat dan minggu keempat adalah sebanyak 4 obat

# Sistem Informasi

Dalam pembuatannya, sistem informasi ini diberi beberapa batasan yaitu diantaranya menggunakan metode *artificial neural network* dengan banyak *training* sebanyak 10 kali. Jumlah maksimal *input* yang dapat digunakan adalah sebanyak 3 dan hanya dapat meramalkan satu jenis obat

batas *hidden* neuron melihat dari acuan analisis di tiap *cluster* sebelumnya atau lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut ini

Neuron	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5
1	12.1883	2,2890	3,3090	2,0688	1,5762
2	12.2503	2,2873	3,1981	2,0828	1,5713
3	12.1680	2,3026	3,2240	1,9643	1,5489
4	11.9732	2,2378	3,2412	1,9356	1,5623
5	11.9238	2,2853	3,1436	1,8873	1,5187

peramalan di tiap *cluster* cenderung mempunyai nilai RMSE terkecil jika menggunakan 5 *hidden* neuron



# Graphical User Interface

Sistem informasi pada penelitian kali ini berguna bagi pihak Apotek K24 untuk meramalkan kebutuhan obat di kemudian hari dengan cara atau alur yang mudah

- Alfan, M. (2016). *Data Mining Peramalan Konsumsi Listrik Dengan Pendekatan Cluster Time Series Sebagai Preprocessing*. Jurusan Statistika: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Anief, M. (1991). *Apa yang Perlu Diketahui Tentang Obat*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Anonim\_1. Time Series Clustering and Classification. <http://www.rdatamining.com/examples/time-series-clustering-classification>. Diakses pada tanggal 16 Februari 2016.
- Fausett, L. (1994). *Fundamental of Neural Network: Architectures, algorithm and applications*, Prantice Halt Inc.
- Han, J. (2006). *Data Mining Concepts and Techniques Second Edition*, Bloomington, USA.
- Heizer, J. dan Render, B. 1996. *Operation Management* (5th Edition). United States of America: Prentice Hall International Inc.
- Hermawan, A. (2006). *Jaringan Saraf Tiruan Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Ikatan Akuntan Indonesia. (2007). *Standar Akuntansi Keuangan*. Jakarta: Salemba Empat.
- Jogiyanto, H. (2006). *Analisis & Desain Sistem Informasi : Pendekatan Terstruktur Teori dan Praktek Aplikasi Bisnis*. Andi Offset: Yogyakarta
- Kusumadewi, S. (2004). *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan (menggunakan MATLAB & Excel Link)*. Yogyakarta: Graha ilmu.
- Makridakis, S. dan Wheelwright, S.C. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Edisi Ke-2. Terjemahan Hari Suminto. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Montero, P & Jose A. V. (2014). *Tsclust: An R Package for Time Series Clusterimg*. Journal of Statistical Software vol 62, Issue 1.
- Wei, W.W.S. (2006). *Time Analysis Univariate and Multivariate Methods*. Addison Wesley Publishing Company, Inc.